

Οδηγός για την εκπόνηση Σχεδίου Εκκένωσης

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ SEVESO III (ΚΥΑ 172058/2016)

Συντάκτες: Μιχαήλ Χριστόλης (τεχνικός σύμβουλος για θέματα ασφάλειας), Δρ Παρασκευή Γεωργιάδου (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.)

Έργο: Διαδικτυακή Πλατφόρμα e-Help Desk για την Υ.Α.Ε. / Ψηφιακά εργαλεία & υπηρεσίες της Δ/σης Υγείας & Ασφάλειας στην Εργασία - Υπουργείο Εργασίας και Κοινωνικής Ασφάλισης

Ανάδοχος έργου: Ένωση φορέων με επικεφαλής το Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής & Ασφάλειας της Εργασίας (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.) και συμμετέχοντες το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (Εργαστήριο Εργονομίας) και την ΕΡΓΟΝΟΜΙΑ Ανώνυμη Εταιρεία Παροχής Υπηρεσιών Εργονομίας - Επαγγελματικής Υγείας & Ασφάλειας – Περιβάλλοντος.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	2
Κριτήρια σχεδιασμού της εκκένωσης.....	3
Ανάπτυξη Σχεδίου Εκκένωσης	6
Αναφορές.....	9

Εισαγωγή

Οι οδηγίες που περιλαμβάνονται στον οδηγό βασίζονται στη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε από τους Μιχαήλ Χριστόλη και Νικόλαο – Χρήστο Μαρκάτο στο πλαίσιο ερευνητικών προγραμμάτων στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο – Σχολή Χημικών Μηχανικών.

Το Σχέδιο Εκκένωσης μιας εγκατάστασης που υπάγεται στην Οδηγία Seveso III (ΚΥΑ 172058/2016), περιλαμβάνει τις αναγκαίες ενέργειες για την ασφαλή απομάκρυνση του προσωπικού σε ενδεχόμενη εκδήλωση βιομηχανικού ατυχήματος μεγάλης έκτασης (Β.Α.Μ.Ε.) και τη μετακίνησή του σε ασφαλή τοποθεσία. Η εκκένωση μπορεί να είναι μερική ή γενική, ανάλογα με την κατηγορία και την ένταση του συμβάντος, την πολυπλοκότητα της εγκατάστασης, καθώς και την έκταση του γηπέδου της.

Το Σχέδιο Εκκένωσης θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από ακρίβεια και απλότητα ώστε να είναι δυνατή η επιτυχής εφαρμογή του σε πολύ περιορισμένο χρονικό διάστημα και σε συνθήκες μεγάλης πίεσης οι οποίες επικρατούν κατά την εκδήλωση πραγματικού περιστατικού. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό, οι εναλλακτικές ενέργειες του Σχεδίου να είναι καθορισμένες εκ των προτέρων και το Σχέδιο να περιλαμβάνεται στο πρόγραμμα των ασκήσεων και της εκπαίδευσης.

Στο Σχέδιο Εκκένωσης ορίζονται οι οδεύσεις για την ασφαλή διαφυγή του προσωπικού, συνεργατών/επισκεπτών και η προσωρινή συγκέντρωσή τους σε ασφαλή σημεία εκτός της Ζώνης Επιπτώσεων III για θερμική ακτινοβολία, υπερπίεση ή συγκέντρωση τοξικής ουσίας, όπως αυτή ορίζεται στην ΚΥΑ 172058/2016. Επισημαίνεται, ότι κατά το σχεδιασμό θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλα τα επί μέρους σενάρια ατυχημάτων της Μελέτης Ασφάλειας, με την αποτύπωση των Ζωνών Επιπτώσεων στο γήπεδο της εγκατάστασης και την επισήμανση των περιοχών μεγάλης έντασης επιπτώσεων για κάθε σενάριο ατυχήματος, ώστε αυτές να αποφεύγονται κατά την παραμονή εντός κτιρίων ή κατά την απομάκρυνση του προσωπικού.

Ενδεικτικά, παρατίθεται ο παρακάτω πίνακας αποτύπωσης ζωνών επιπτώσεων στο εργασιακό περιβάλλον, ο οποίος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την αποτύπωση των Ζωνών Επιπτώσεων σε

χώρους σημαντικής συγκέντρωσης προσωπικού και για κάθε επί μέρους σενάριο ή ομάδα σεναρίων με παρεμφερείς επιπτώσεις.

Πίνακας 1: Αποτύπωση Ζωνών Επιπτώσεων στο εργασιακό περιβάλλον

	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο ...	Ομάδα σεναρίων με παρεμφερείς επιπτώσεις
Θερμική ακτινοβολία					
Κτίριο γραφείων	Ζώνη III	Ζώνη I	Ζώνη II & III	Ζώνη III	Ζώνη II
Πύλη εισόδου					
Σημείο συγκέντρωσης προσωπικού					
Σημείο παροχής α' βοηθειών					
Χώροι με σημαντική παρουσία προσωπικού					

Κριτήρια σχεδιασμού της εκκένωσης

Από ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας σχετικά με τα Β.Α.Μ.Ε., συνάγεται ότι η επιλογή εκκένωσης έναντι παραμονής σε κλειστούς χώρους (sheltering in place) θα πρέπει να αποφασίζεται με ιδιαίτερη προσοχή, αφού ληφθούν υπόψη όλα τα κριτήρια που αφορούν στην εξασφάλιση της προστασίας των εργαζόμενων.

Επισημαίνεται ότι στην περίπτωση εκκένωσης βιομηχανικών εγκαταστάσεων δεν τίθενται θέματα διαχείρισης κυκλοφορίας που αποτελεί και τον πλέον αστάθμητο παράγοντα σε εκκενώσεις αστικών περιοχών, οι εργαζόμενοι είναι εξοικειωμένοι με τους κινδύνους εφόσον έχει προηγηθεί συστηματική εκπαίδευση, ενώ ο χώρος εκκένωσης είναι περιορισμένος. Σε κάθε περίπτωση όμως, θα πρέπει να

σταθμίζεται εάν η παραμονή σε κλειστούς χώρους είναι προτιμότερη από την εκκένωση, δεδομένου ότι αυτή η ίδια η διαδικασία της εκκένωσης εγκυμονεί κινδύνους, είτε με την έκθεση του προσωπικού σε επιβαρυντικούς παράγοντες μέχρι την απομάκρυνσή του, είτε με την κατάσταση πανικού που επικρατεί σε έκτακτες καταστάσεις με απρόβλεπτες συνέπειες (τροχαία ατυχήματα, κ.ά.).

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι για περιστατικά τα οποία συνοδεύονται από έκλυση θερμικής ακτινοβολίας από εντοπισμένες πηγές, όπως η Πύρινη Σφαίρα (Fireball), η Φωτιά Πυρσού (Jet Fire) και η Φωτιά Λίμνης (Pool Fire), μπορεί να εξεταστεί εάν είναι προτιμότερη η παραμονή εντός κλειστού χώρου (sheltering in place) έναντι της εκκένωσης. Συγκεκριμένα, για κτίρια με εξωτερικά στοιχεία από σπλισμένο σκυρόδεμα και οπτοπλινθοδομή, αφενός δεν τίθεται θέμα κατάρρευσης τοιχωμάτων και αφετέρου η αύξηση της θερμοκρασίας εντός των κτιρίων εκτιμάται ότι είναι σχετικά μικρή για συμβάντα με περιορισμένη διάρκεια, οπότε θα μπορούσε να εξεταστεί εάν η παραμονή εντός παρέχει την απαιτούμενη ασφάλεια. Στις περιπτώσεις αυτές, συνιστάται η παραμονή σε διαδρόμους, μακριά από εξωτερικά κουφώματα ή σε υπόγειους χώρους εφόσον υπάρχουν, ενώ για την καλύτερη θωράκιση των κτιρίων-καταφυγίων συνιστάται η ενίσχυση των εξωτερικών υαλοστασίων, ώστε τυχόν θραύση τους να μη συνοδεύεται από εκτόξευση θραυσμάτων. Επίσης, εκτιμάται ότι οι κλειστοί χώροι παρέχουν επαρκή προστασία και στην περίπτωση ωστικού κύματος για τιμές έντασης φαινομένου στα επίπεδα του ορίου της Ζώνης Επιπτώσεων III (50 mbar).

Αντιθέτως, η παραμονή σε κτίρια είναι απαγορευτική για περιστατικά διαρροής εύφλεκτων/ εκρηκτικών ουσιών, δεδομένου ότι είναι πιθανή η εισχώρησή στους κλειστούς χώρους και η πρόκληση σοβαρών συνεπειών στους επισκέπτες του κτιρίου καταφυγής. Επίσης, η έγκαιρη απομάκρυνση του προσωπικού και η μεταφορά του σε ασφαλείς περιοχές εκτός των ορίων της Ζώνης III, επιβάλλεται και για την περίπτωση υψηλής συγκέντρωσης τοξικών ουσιών από διαρροή τοξικής ουσίας (π.χ. υδρόθειο, αμμωνία) ή λόγω φωτιάς σε αποθήκες χημικών.

Ο διαθέσιμος χρόνος από την έναρξη περιστατικού μέχρι την εμφάνιση σοβαρών επιπτώσεων, αποτελεί τον πλέον κρίσιμο παράγοντα για το σχεδιασμό της εκκένωσης. Για κάποιες κατηγορίες περιστατικών

όπως η Πύρινη Σφαίρα (Bleve-Fireball), είναι αποδεκτό με βάση την εμπειρία, ότι από την έναρξη του περιστατικού μέχρι την αστοχία του περιβλήματος του δοχείου που περιέχει εύφλεκτα/εκρηκτικά αέρια υπό πίεση, μεσολαβεί χρόνος 15-20 min περίπου, οπότε είναι δυνατή η εκκένωση περιοχών στην άμεση γειτονία του περιστατικού.

Όμως γενικά στην περίπτωση διαρροής εύφλεκτων/εκρηκτικών ουσιών μεσολαβεί συνήθως μικρό και μη προβλέψιμο χρονικό διάστημα από την έναρξη του περιστατικού μέχρι την ανάφλεξη/ έκρηξη του νέφους αερίων και είναι πιθανόν να μην επαρκεί ο διαθέσιμος χρόνος για την ολοκλήρωση της εκκένωσης. Επίσης, σε περιπτώσεις καταστροφικής θραύσης εξοπλισμού, οι επιπτώσεις από την εκδήλωση ατυχήματος είναι άμεσες και δεν υπάρχει χρόνος για την προληπτική απομάκρυνση του προσωπικού.

Αναφορικά με τη διασπορά τοξικών αερίων, επειδή οι μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούν κατά την εκδήλωση τυχόν περιστατικού προσδιορίζουν τις περιοχές που επιβαρύνονται, θεωρητικά θα μπορούσε να επιβληθεί εκκένωση μόνο για τις ζώνες στα κατάντι του ανέμου. Επειδή όμως η κατεύθυνση δυνατόν να μεταβληθεί κατά τη διάρκεια εκδήλωσης του ατυχήματος και σε συνδυασμό με την αρχή της «χειρότερης εκδοχής» (worst case), κατά κανόνα θεωρείται η ίδια συχνότητα ανέμου για όλες τις κατευθύνσεις. Στην πράξη βέβαια και ανάλογα με το ατύχημα, λαμβάνεται υπόψη η κατεύθυνση του ανέμου για την επιλογή των ασφαλέστερων οδύσεων διαφυγής και των σημείων συγκέντρωσης προσωπικού, όταν υπάρχει δυνατότητα επιλογής μεταξύ εναλλακτικών σημείων.

Στην περίπτωση πολύπλοκων και μεγάλης έκτασης εγκαταστάσεων, στις οποίες η Μελέτη Ασφάλειας περιλαμβάνει κατά κανόνα μεγάλο αριθμό σεναρίων ατυχημάτων, μπορεί να γίνει ομαδοποίηση σεναρίων ατυχημάτων ανάλογα με το είδος/ένταση επιπτώσεων και το σημείο εκδήλωσής τους, ώστε να προσδιοριστούν περιορισμένα σε αριθμό αντιπροσωπευτικά σενάρια, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για το σχεδιασμό των αντίστοιχων σεναρίων εκκένωσης. Επισημαίνεται, ότι ο καθορισμός περιορισμένου αριθμού αντιπροσωπευτικών σεναρίων ατυχημάτων είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την ανάπτυξη ενός εφαρμόσιμου σχεδίου, το οποίο θα δοκιμάζεται/βελτιώνεται σε σχετικές ασκήσεις και θα περιλαμβάνεται στα θέματα εκπαίδευσης του προσωπικού.

Επισημαίνεται ότι το Σχέδιο Εκκένωσης είναι απαραίτητο για όλες τις εγκαταστάσεις που υπάγονται στην Οδηγία Seveso III ανεξάρτητα από τη βαθμίδα στην οποία ανήκουν, δεδομένου ότι όλες οι εγκαταστάσεις κρίνονται ως επικίνδυνες και μάλιστα σε κάποιες περιπτώσεις, εγκαταστάσεις της κατώτερης βαθμίδας μπορεί να παρουσιάζουν μεγαλύτερη επικινδυνότητα σε σχέση με μονάδες της ανώτερης βαθμίδας (π.χ. εάν είναι σε άμεση γειτνίαση με οικισμούς). Εξάλλου, σύμφωνα με τη νομοθεσία για την υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων (Ν. 3850/2010), ο σχεδιασμός των μέτρων για την εκκένωση των χώρων εργασίας εντάσσεται στις βασικές υποχρεώσεις για τα μέτρα προστασίας που πρέπει να εξασφαλίζονται με ευθύνη του εργοδότη (δηλ. *αυτού που έχει την ευθύνη για την επιχείρηση ή/και την εγκατάσταση*).

Ανάπτυξη Σχεδίου Εκκένωσης

Αρχικά αποτυπώνεται η επίδραση κάθε επί μέρους σεναρίου ατυχήματος στα κτίρια με σημαντική παρουσία εργαζομένων, στις οδεύσεις διαφυγής και στα σημεία συγκέντρωσης προσωπικού ή/και παροχής πρώτων βοηθειών. Συγκεκριμένα, σημειώνεται εάν τα ως άνω στοιχεία βρίσκονται σε καθεστώς Ζώνης Επιπτώσεων Ι, ΙΙ, ΙΙΙ ή και ντόμινο για κάθε είδους επιβάρυνση. Είναι δυνατόν για κάποια σενάρια με παρόμοιες επιπτώσεις να γίνει ομαδοποίηση και να επιλεγεί ένα αντιπροσωπευτικό σενάριο με καμπύλη επιπτώσεων την περιβάλλουσα όλων των επί μέρους καμπυλών, όπως π.χ. για μια ομάδα γειτονικών δεξαμενών υγρών καυσίμων σε περιστατικά με έκλυση θερμικής ακτινοβολίας.

Από την αποτύπωση επιπτώσεων προσδιορίζεται εάν για κάποια κτίρια απαιτείται η ενίσχυση, όταν αυτά βρίσκονται σε Ζώνες Ι ή ντόμινο για θερμική ακτινοβολία ή υπερπίεση. Στην κατηγορία των μέτρων αυτών περιλαμβάνονται τα πυράντοχα κουφώματα και τα κατάλληλα ενισχυμένα υαλοστάσια, ώστε να μην εκσφενδονίζονται θραύσματα σε περίπτωση Β.Α.Μ.Ε. (π.χ. ενίσχυση με ειδική μεμβράνη).

Ακολούθως, επιλέγεται εάν για κάποια σενάρια με θερμική ακτινοβολία από εντοπισμένες πηγές θα προτιμηθεί η παραμονή εντός κτιρίων έναντι εκκένωσης, με κριτήριο τη βέλτιστη προστασία των εργαζομένων. Στις περιπτώσεις αυτές η παραμονή εντός επιτρέπεται σε διαδρόμους, μακριά από

παράθυρα και πόρτες και σε υπόγειους χώρους εάν υπάρχουν. Τα κτίρια-καταφύγια μπορούν να υποδεχθούν και εργαζόμενους από άλλα κτίρια ή άλλες θέσεις εργασίας εντός της εγκατάστασης.

Για τα σενάρια για τα οποία προκρίνεται η εκκένωση, επιλέγονται ασφαλείς οδεύσεις διαφυγής και σημεία συγκέντρωσης και παροχής πρώτων βοηθειών, εντός ή και εκτός εγκατάστασης, με κριτήριο να είναι τουλάχιστον εκτός της Ζώνης Επιπτώσεων III (ΚΥΑ 172058/2106) προκειμένου να υπάρχει επαρκής προστασία. Επίσης, καθορίζεται επακριβώς ο τρόπος απομάκρυνσης (πεζή, με οχήματα της εταιρείας ή με ΙΧ οχήματα) και στην περίπτωση χρήσης οχημάτων της εταιρείας θα πρέπει να ορίζονται τα σημεία παραλαβής του προσωπικού.

Στα σημεία συγκέντρωσης γίνεται καταμέτρηση προσωπικού και κατόπιν αποφασίζεται η αποχώρηση ή η επιστροφή στο χώρο εργασίας ανάλογα με την εξέλιξη του συμβάντος. Κατά την εκκένωση θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για άτομα με προσωρινά ή μόνιμα κινητικά προβλήματα και άλλες ευπαθείς ομάδες εργαζομένων. Επίσης θα πρέπει να παρέχονται προσωπίδες προστασίας αναπνοής στο σύνολο του προσωπικού, στην περίπτωση ατυχήματος διαρροής τοξικών ή φωτιάς σε αποθήκες χημικών.

Στα προληπτικά μέτρα περιλαμβάνεται και η διαθεσιμότητα εναλλακτικής εξόδου, κατά το δυνατόν στην αντίθετη πλευρά από αυτήν της εισόδου, η οποία θα χρησιμοποιείται ανάλογα με το σημείο εκδήλωσης του ατυχήματος και τη φορά του ανέμου. Επίσης, θα πρέπει να υπάρχουν εγκατεστημένα ανεμούρια για την ένδειξη κατεύθυνσης ανέμου, ορατά από όλα τα σημεία της εγκατάστασης.

Για την εφαρμογή του Σχεδίου Εκκένωσης θα πρέπει να ορίζονται οι ρόλοι και οι αρμοδιότητες όλων των εμπλεκομένων και να υπάρχει κατάλληλη ενημέρωση και εκπαίδευση όλου του προσωπικού. Ειδικότερα, το Σχέδιο Εκκένωσης πρέπει να εφαρμόζεται σε ασκήσεις και να αξιολογούνται όλες οι παράμετροι, από την αρχιτεκτονική του σχεδιασμού, το χρόνο εκκένωσης, τις συνθήκες κυκλοφορίας, τα μέσα ενδοεπικοινωνίας κ.ά. και ανάλογα να βελτιώνεται.

Είναι σημαντικό το Σχέδιο Εκκένωσης να περιλαμβάνει και σενάρια φυσικών καταστροφών (π.χ. δασική πυρκαγιά, σεισμός, πλημμύρα, θυελλώδεις άνεμοι).

Τέλος, επισημαίνεται ότι οι παραπάνω οδηγίες αποτελούν κατευθύνσεις που πρέπει να εξετάζονται κατά το σχεδιασμό της εκκένωσης και συνολικότερα του σχεδίου έκτακτης ανάγκης της εγκατάστασης. Σε κάθε περίπτωση, ωστόσο, για τη λήψη αποφάσεων θα πρέπει να αξιολογούνται και οι συνθήκες που επικρατούν σε πραγματικό χρόνο ανάλογα με το είδος του συμβάντος και ενδεχομένως να απαιτείται η τροποποίηση ορισμένων κατευθύνσεων του σχεδίου με κριτήριο την προστασία των εργαζόμενων και του πληθυσμού.

Αναφορές

1. Μ. Χριστόλη, Π. Γεωργιάδου, Ν. Μαρκάτου, Μεθοδολογία Ανάπτυξης Σχεδίων Εκκένωσης Εγκαταστάσεων Πετρελαιοειδών σε περίπτωση Ατυχήματος Μεγάλης Έκτασης, 40η Σύσκεψη Συνεργασίας του Τομέα Oil & Gas Ελλάδας σε θέματα Υγείας, Ασφάλειας και Περιβάλλοντος, Καβάλα, Δεκέμβριος 2022.
2. Μ. Χριστόλη, Π. Γεωργιάδου, Ν. Μαρκάτου, Ανάπτυξη μεθοδολογίας για την εκπόνηση Σχεδίων Εκκένωσης κατά την εκδήλωση ατυχήματος ΒΑΜΕ σε εγκαταστάσεις Seveso III, ΕΛΙΝΥΑΕ - 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο για την Υγεία και την Ασφάλεια στην Εργασία – ΜΕ ΤΟ ΒΛΕΜΜΑ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ, Κείμενο Εργασίας, Αθήνα 10-11 Νοεμβρίου 2022.
3. M. Christolis, E. Georgiadou, G. Sideris, N. Markatos (2008), Major accidents involving hazardous materials: occupational safety risk assessment, 4th International Conference Prevention of Occupational Accident in a Changing Work Environment, Crete, Greece.
4. Π. Γεωργιάδου, 2011, Μεθοδολογία Υποστήριξης Αποφάσεων Αντιμετώπισης Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης με Χρήση Πολυκριτηριακών Εξελικτικών Αλγορίθμων, Διδακτορική Διατριβή, ΕΜΠ-Σχολή Χημικών Μηχανικών.
5. Georgiadou P.S., Papazoglou I.A., Kiranoudis C.T., Markatos N.C. (2010). Multi-objective evolutionary emergency response optimization for major accidents. Journal of Hazardous Materials, 178, 1-3, p. 792-803
6. John Sorensen, Barry Shumpert and Barbara Vogt, 2002, Planning Protective Action Decision Making: Evacuate or Shelter-in-Place?, prepared for Federal Emergency Management Agency, U.S. Department of Energy.
7. Pelin Onelcin, Mehmet Metin Mutlu, Yalcin Alver, 2013, Evacuation plan of an industrial zone: Case study of a chemical accident in Aliaga, Turkey and the comparison of two different simulation, Safety Science, vol. 60
8. API Recommended Practice 752, Management of Hazards Associated With Location of Process Plant Permanent Buildings, CMA Manager's Guide, First ed. 1995